第41卷 增刊
1998年9月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 41, Suppl.
Sept., 1998

番茄枝叶提取物对菜粉蝶产卵的忌避作用*

吴文伟** 陈建新 管致和
(中国农业大学昆虫学系，北京 100094)

摘要 生物测定结果表明，番茄枝叶的甲醇和水溶性乙醇提取物（简称 Em、Em-e、Ee）对菜粉蝶均有显著的产卵忌避作用；其中 Ee、Em-e 和 Em 第1天的产卵忌避率分别为87.4%、85.1%和50.5%，均达到差异显著水平。番茄枝叶乙醇提取物（Ee）不仅能显著地忌避菜粉蝶产卵，而且还强烈地干扰其产卵行为。在网室中，Ee 的3个剂型试验结果表明，只有剂型“Ee+0.1%吐温-80”对菜粉蝶的产卵忌避率达到差异显著水平，第6天的忌避率仍达35.4%。

关键词 菜粉蝶，番茄，提取物，产卵忌避活性

昆虫与植物之间相互作用的活性物质的研究，已成为当今生命科学的热门课题之一。大量的研究表明，植物中的化学物质，特别是植物次生性代谢物质，在植物自身防御机制中起到十分重要的作用。利用植物中的活性物质防治害虫，或为生物合理性农药的模拟合成提供线索，均引起了国内外的广泛兴趣和重视。

菜粉蝶 *Pieris rapae* 是十字花科蔬菜的重要害虫之一。番茄 *Lycopersicon esculentum* 和甘蓝 *Brassica oleracea* 则是人们广泛种植的两种主要蔬菜。在研究菜粉蝶与这两种蔬菜的关系过程中，发现它从不在番茄植物上取食和产卵[1~5]；接着用番茄枝叶的粗提物做试验，得知它含有忌避菜粉蝶产卵的活性物质[2,3,5,6]。本文在前人研究的基础上[5,7]，结合生物测定，从番茄枝叶中提取出忌避菜粉蝶产卵的活性组分；并在活性组分的应用上作探索性试验，以加速其商品化进程。

1 材料与方法

1.1 材料

菜粉蝶：从京郊菜地采集5龄老熟菜青虫，在养虫室玻璃缸内化蛹；把蛹移入白色尼龙纱笼中，分期分批羽化；成虫喂以10%蜂蜜水，供试验用。上述饲养条件为：温度28℃、相对湿度75%、每日光照16 h。

甘蓝苗：中甘11号品种，用小花盆种于温室，每盆种1苗；

* 国家自然科学基金资助项目
** 现工作单位：云南省农业科学院植物保护研究所，昆明，650205
1997-06-27 收稿，1998-04-13 收修改稿

番茄植株：佳粉1号品种，种于网室。

在两种植物生长过程中，不喷任何农药，只施有机肥料。

1.2 方法

1.2.1 番茄枝叶活性组分的化学提取：番茄刚开花时，用清水冲洗干净植株，翌晨收其枝叶，并称重；采用2种方法，分别提取200 g番茄枝叶。第1种方法见图1，获得水溶性乙醇提取物（Ee）[8]；第2种方法是，先用甲醇溶剂（1 600 mL）浸泡番茄枝叶5 min，得甲醇提取物（Em），再把枝叶用第1种方法提取，得水溶性乙醇提取物（Em-e）。把这3种提取物分别用蒸馏水定容至200 mL，测pH值，并供生物测定用。根据生测结果，选择了经济有效的第1种方法，提取8 kg番茄枝叶，测出Ee的提取率。

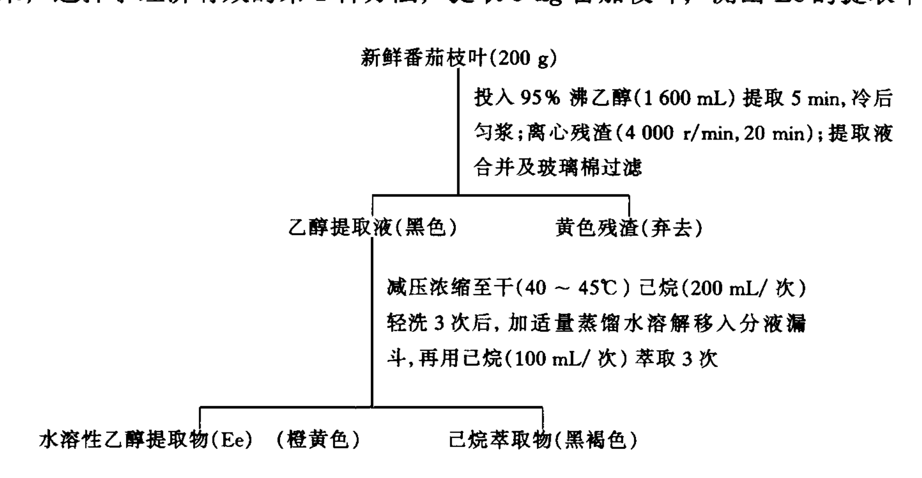


图1 番茄枝叶活性组分的第1种提取方法流程图

Fig. 1 Process for extracting the active fractions of tomato plant material

1.2.2 菜粉蝶产卵忌避的生物测定：在网室中，把6个用白色尼龙纱网及木框制作的生测笼（70 cm×55 cm×60 cm）排成东西向的一行，间距为1 m。早晨，每个笼子从温室选择两株形状相近、株高10 cm、具5～6叶的甘蓝苗；一株作处理，用喉头喷雾器将5 mL生测样品均匀地喷于植株上（即每株的喷样量与甘蓝苗地上部的重量相当）；另一株喷蒸馏水作对照。处理与对照放在笼内左右两边；于10时，每笼随机放入羽化后2 d的5对菜粉蝶（♀:♂=1:1），笼内挂一小瓶10%蜂蜜水，供其补充营养；每天16时调查各株甘蓝的着卵量和部位，并交换笼内处理与对照的位置；生测一直持续到第3天，每次查完卵后仍原样保留。

生测效果用产卵忌避率（oviposition deterrent index，*ODI*）表示，公式为：$ODI = 100(C-T)/(C+T)$，式中：C为对照的着卵量，T为处理着卵量。

1.2.3 番茄枝叶乙醇提取物（Ee）对菜粉蝶产卵忌避的剂型试验：把Ee分别做成A“Ee+0.1%吐温-80”、B“Ee+0.1%吐温-80+0.5%聚乙烯醇”、C“Ee+0.1%吐温-80+0.1%高脂膜”3种剂型。在7 m×7 m×2 m网室中，把甘蓝苗种成3个小区，每小区种4行，每行种10株，株行距35 cm×40 cm；小区间距50 cm。甘蓝刚卷心时，以蒸

馏水+0.1%吐温-80作对照，进行A、B、C 3种剂型试验；早晨，在每个小区，各样品分别随机处理一行，每株甘蓝喷样量18 mL；上午10时，每小区挂两小瓶10%蜂蜜水，并放入30对菜粉蝶（♀:♂=1:1），随后，隔日按比例补充一定数量的虫源；前4 d于16时调查各株甘蓝的着卵量，此后隔日调查；每次查完后，用毛笔将卵去掉。

2 结果与分析

2.1 番茄枝叶的活性组分

Em、Em-e和Ee的pH值分别为：6.05、6.01和5.22，偏酸性；提取8 kg番茄枝叶，用旋转蒸发仪浓缩至干Ee后，称重得知其活性组分的提取率为2.1%。

2.2 番茄枝叶提取物的生物测定

表1 番茄枝叶提取物对菜粉蝶产卵忌避作用的效果

Table 1 Oviposition-deterring effects of tomato plant extracts on *P. rapae*

生测样品 Extracts	调查时间 Date	重复 Replications	总着卵量(粒) Total eggs laid		产卵忌避率(%) *ODI*	差异显著性(*t* 测验) Significant level (*t*-test)
			处理 Treated	对照 Control		
Em	第1天	16	242	735	50.5	2.848**
	第3天	16	448	1007	38.4	2.239*
Em-e	第1天	16	62	769	85.1	4.249**
	第3天	16	160	1142	75.4	3.390**
Ee	第1天	16	52	776	87.4	3.648**
	第3天	16	109	1031	80.9	3.806**

注：*ODI*=100（control−treated）/（control+treated）；*表示差异显著性达 $P<0.05$ 水平，**表示差异显著性达 $P<0.01$ 水平，表2同此。

Significant differences are indicated with an asterisk（$P<0.05$）and two asterisks（$P<0.01$）respectively

从表1可以看出，两种提取方法所获得的提取物，与对照相比，其产卵忌避作用均达到差异显著水平。其中，第1种方法得到的番茄枝叶乙醇提取物（Ee），产卵忌避率最高，第3天仍达80.9%；其提取过程也比第2种方法简单，而且，从化学分析的角度看，提取物Ee基本包含了Em与Em-e所含的活性成分。

表2 番茄枝叶提取物对菜粉蝶产卵行为的影响（第1天的数据）

Table 2 Effects of tomato plant extracts on oviposition behavior of *P. rapae* (24 h)

生测样品 Extracts		重复 Replications	总着卵量(粒) Total eggs laid		叶正面/叶背面 Leaf front/Leaf back	差异显著性(*t* 测验) Significant level (*t*-test)
			叶正面 Leaf front	叶背面 Leaf back		
Em	Control	16	57	678	1:11.9	2.692*
	Treated	16	28	214	1:7.6	2.523*
Em-e	Control	16	59	712	1:12.1	4.121**
	Treated	16	8	54	1:6.8	0.641
Ee	Control	16	69	701	1:10.2	3.446**
	Treated	16	6	46	1:7.7	0.987

从表 2 可看出，在一般情况下，菜粉蝶对甘蓝的产卵行为，总是叶背面的卵量显著或极显著地高于叶正面；但忌避作用强烈的 Ee 或 Em-e，严重干扰它们正常的产卵行为，使甘蓝叶正面与叶背面的卵量差异不显著；而 Em 却没达到此效果。

2.3 番茄枝叶乙醇提取物（Ee）的不同剂型对菜粉蝶产卵的忌避作用

试验从 6 月 10 日上午进行到 6 月 19 日下午。其中，前 6 d 的天气晴好，试验进展顺利；但后 4 d 下了两场小雨（6 月 15 日傍晚和 17 日下午），从而影响后面试验结果的准确性。所以，这里只对前 6 d 的试验结果进行统计分析。

表 3 番茄枝叶乙醇提取物（Ee）的不同剂型对菜粉蝶产卵的忌避作用

Table 3 Oviposition-deterring effects of three formulations of tomato plant extracts on *P. rapae*

时间(月·日) Date (Month· day)	总着卵量(粒/日) Total eggs laid(eggs/day)				产卵忌避率(%) *ODI*		
	CK	A	B	C	A	B	C
6·10	35	5	17	6	75	34.6	70.7
6·11	166	46	121	67	56.6	15.7	42.5
6·12	28	13	15	13	36.6	30.2	36.6
6·13	136	63	108	105	36.7	11.5	12.9
6·15	107	51	114	83	35.4	-3.2	12.6

表 4 不同剂型对菜粉蝶的产卵忌避作用的差异显著性分析

Table 4 Significance analysis of oviposition-deterring effects of three formulations on *P. rapae*

剂型 Formulations	平均着卵量 Average eggs laid	差异显著性 Significant level ($P<0.05$)
CK	94.4	a
B	75.0	a b
C	54.8	a b
A	35.6	b

从表 3 和表 4 可以看出，只有剂型 A 的产卵忌避作用达到差异显著水平，而 B、C 均没达到；各剂型的产卵忌避率随时间的延长而逐渐减小。其中，剂型 A 的产卵忌避活性最好，效果较稳定，剂型 C 次之，剂型 B 最差。从第 7d 以后调查数据可知，降雨明显地降低了各剂型的产卵忌避活性，因为 Ee 是水溶性的。

3 讨论

番茄植物不仅具有重要的经济价值，而且含有忌避菜粉蝶产卵的活性物质。美国学者 Renwick 等[6]曾简单报道，非寄主植物番茄等的水提取物，对菜粉蝶产卵起强烈的忌避作用；黄新培等[2,3]研究了番茄枝叶粗提物制品对菜粉蝶产卵的忌避作用。本文研究结果表明，两种方法所获得的番茄枝叶提取物 Ee 和 Em-e 对菜粉蝶产卵的忌避作用均达到差异显著水平，其中，Ee 的产卵忌避率最高；Ee 和 Em-e 均强烈干扰菜粉蝶正常产卵行为，以及显著影响它在甘蓝叶正面与背面的着卵量；在网室中，剂型“Ee + 0.1%吐温-80”对菜粉蝶产卵的忌避作用达到差异显著水平，第 6 d 的忌避率仍达 35.4%，第 7 d 以后，由于降雨缘故，明显降低了产卵忌避效果。综上所述，今后在番

茄植株活性物质的研究及其剂型的开发利用上，Ee 的水溶性特征应作为重点考虑的因素之一。

致谢 本文得到高希武教授和黄新培博士的指导，黄文平、吴雅琴、胡俊兰和熊德平同学参与部分生测工作，在此一并表示致谢！

参 考 文 献

1 徐美娟，管致和．番茄植株中黄酮类对菜青虫的活性组分及其对截形叶螨的毒效．北京农业大学学报，1993，19 (2)：55～61

2 黄新培，管致和．番茄枝叶制品对菜粉蝶的产卵忌避和拒食作用．植物保护，1986，12 (1)：17～19

3 黄新培，管致和．菜粉蝶对若干植物及本种卵信息素的触角电位（EAG）及产卵忌避反应．北京农业大学学报，1987，13 (3)：299～308

4 Grainge M, Ahmed S, Mitchell W C, Hylin J W. Plant species reportedly possessing pest-control properties——an EWC/UH Database. Honolulu, Hawaii, USA, 1985

5 Guan Z H. Chemical ecology in insect pest management. Korean J. of Appl. Entomol., 1992, 31 (3): 276～288

6 Renwick J A A, Radke C D. Constituents of host and non-host plants deterring oviposition by the cabbage butterfly, *Pieris rapae*. Entomol. Exp. Appl., 1985, 39: 21～26

7 Renwick J A A, Chew F S. Oviposition behavior in Lepidoptera. Annu. Rev. Entomol., 1994, 39: 377～400

8 Renwick J A A, Radke C D, Sachdev-Gupta K. Chemical constituents of *Erysimum cheiranthoides* deterring oviposition by the cabbage butterfly, *Pieris rapae*. J. Chem. Ecol., 1989, 15: 2 161～2 169

ACTIVITY OF TOMATO PLANT EXTRACTS IN DETERRING OVIPOSITION OF CABBAGE BUTTERFLY, *PIERIS RAPAE*

Wu Wenwei Chen Jianxin Guan Zhihe

(Department of Entomology, China Agricultural Univerisity, Beijing 100094)

Abstract Semiochemicals perform the key physiological functions in the course of interactions between insects and plants. Bioassay studies showed that the avoidance of tomato plant from oviposition by cabbage butterfly was proved to be attributed to the presence of water-soluble deterrent which could be extracted by ethanol. Oviposition deterrent indices (ODI) of the ethanol extract (Ee) were 87.4% and 80.9% respectively in the first day and third day after treatment, both were statistically significant. The active water-soluble fractions when applied on cabbages not only significantly reduced the amount of eggs laid on the cabbage leaves, but also strongly disturbed their normal oviposition behavior in contrast to the controls. Net-house tests showed that a formulation of the active water-soluble components with Tween-80 (Ee+0.1%Tween-80) may be hopeful to be developed as an oviposition-deterrent which keeps effective for more than a week when applied on cabbages.

Key words *Pieris rapae*, *Lycopersicon esculentum*, extracts, oviposition-deterring activity